

DERWENT- 1998-344681
ACC-NO:

DERWENT- 199830
WEEK:

COPYRIGHT 2007 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Control system for rotary hydraulic pressure apparatus -
obtains control output of control valve which varies
capacitance of hydraulic pressure apparatus by detecting
detection amount of capacitive sensor from first signal

PATENT-ASSIGNEE: TOKIMEC INC[TKKS]

PRIORITY-DATA: 1996JP-0290872 (October 31, 1996)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
<u>JP 10131867 A</u>	May 19, 1998	N/A	026	F04B 049/06

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP 10131867A	N/A	1996JP-0290872	October 31, 1996

INT-CL F03C002/00, F04B049/06 , F15B011/02 , G05B011/36 ,
(IPC): G05D013/62

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 10131867A

BASIC-ABSTRACT:

The system controls axial velocity and axial rotation phase of a hydraulic pressure apparatus (1) connected to a source (10). The output torque is varied by varying the hydraulic pressure by the operation of a control valve (7). The amount of velocity deviation (ΔS_v) is obtained by detecting the detection amount of an axial sensor (2) from an axial velocity command (S_{vi}).

The amount of velocity deviation is input as a first signal (S_1), and the detection amount of a capacitive sensor (4) is input as a second signal (S_2). A third signal is obtained by deducting the second signal from the first signal. The third signal is used as a control output of a control valve which varies capacitance of the hydraulic pressure apparatus.

ADVANTAGE - Controls speed and torque automatically with simple structure. Prevents surge pressure generation by switching. Obtains high accuracy and good stability.

**CHOSEN-
DRAWING:** Dwg.1/24

**TITLE-
TERMS:** CONTROL SYSTEM ROTATING HYDRAULIC
PRESSURE APPARATUS OBTAIN CONTROL OUTPUT
CONTROL VALVE VARY CAPACITANCE
HYDRAULIC PRESSURE APPARATUS DETECT
DETECT AMOUNT CAPACITANCE SENSE FIRST
SIGNAL

DERWENT-CLASS: Q55 Q56 Q57 T06

EPI-CODES: T06-A06A9; T06-B09B;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1998-270032

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-131867

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月19日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	F I
F 0 4 B 49/06	3 2 1	F 0 4 B 49/06 3 2 1 A
F 0 3 C 2/00		F 0 3 C 2/00 A
F 1 5 B 11/02		G 0 5 B 11/36 H
G 0 5 B 11/36		G 0 5 D 13/62 C
G 0 5 D 13/62		F 1 5 B 11/02 E

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願平8-290872

(22) 出願日 平成 8 年 (1996) 10 月 31 日

(71) 出願人 000003388

株式会社トキメック

東京都大田区南蒲田 2 丁目 16 番 46 号

(72) 発明者 中尾 裕利

東京都大田区南蒲田 2 丁目 16 番 46 号 株式

会社トキメック内

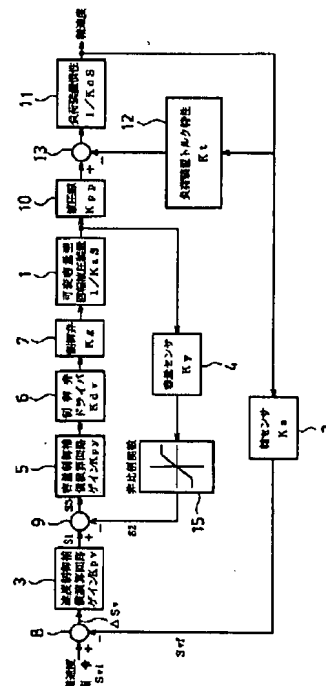
(74) 代理人 弁理士 大澤 敬

(54) 【発明の名称】 回転液圧装置制御システム

(57) 【要約】

【課題】 可変容量型回転液圧装置を、安定性よく、しかも定常偏差や応答遅れが生じることなくその軸速度を制御する。

【解決手段】 液圧源 10 に接続される可変容量型回転液圧装置 1 の容量を制御弁 7 の操作によって変化させることにより出力軸トルクを変化させ、軸速度を制御する。軸速度指令 S_{vi} に対し、軸センサ 2 の検出量 S_{vf} を差し引いた速度偏差量 ΔS_v を補償演算した結果を第一の信号 S_1 とし、容量センサ 4 の検出量を非比例関数を通して第二の信号 S_2 とする。その第一の信号 S_1 から第二の信号 S_2 を差し引いた結果を第三の信号 S_3 とし、その第三の信号 S_3 を制御弁 7 の操作量として用いる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 略一定の圧力に保たれる液圧源に接続される可変容量型回転液圧装置の容量を制御弁の操作によって変化させることにより出力軸トルクを変化させ、軸速度又は軸回転位相を制御する回転液圧装置制御システムにおいて、

軸速度指令に対し、軸速度の検出量を差し引いた速度偏差量を補償演算した結果を第一の信号として出力する手段と、
前記回転液圧装置の容量検出量を入力とし、ゼロ近傍でゲインが高くそれ以外ではゲインが低くなる非比例関数を通した結果を第二の信号として出力する手段と、
前記第一の信号から第二の信号を差し引いた結果を第三の信号として出力する手段とを設け、
該第三の信号を前記回転液圧装置の容量を変化させる前記制御弁の操作量としたことを特徴とする回転液圧装置制御システム。

【請求項2】 略一定の圧力に保たれる液圧源に接続される可変容量型回転液圧装置の容量を制御弁の操作によって変化させることにより出力軸トルクを変化させ、軸速度又は軸回転位相を制御する回転液圧装置制御システムにおいて、

軸速度指令に対し、軸速度の検出量を差し引いた速度偏差量を補償演算した結果を第一の信号として出力する手段と、
前記回転液圧装置の容量検出量を入力とし、ゼロ近傍でゲインが高くそれ以外ではゲインが低くなる非比例関数を通した結果を第二の信号として出力する手段と、
前記第一の信号から第二の信号を差し引いた結果を第三の信号として出力する手段と、
正方向トルク指令に対し、前記出力軸トルクの検出量を差し引いたトルク偏差量を補償演算した結果を第四の信号として出力する手段と、
前記第三の信号と第四の信号の小さい方を第五の信号として出力する手段とを設け、
該第五の信号を前記回転液圧装置の容量を変化させる制御弁の操作量としたことを特徴とする回転液圧装置制御システム。

【請求項3】 略一定の圧力に保たれる液圧源に接続される可変容量型回転液圧装置の容量を制御弁の操作によって変化させることにより出力軸トルクを変化させ、軸速度又は軸回転位相を制御する回転液圧装置制御システムにおいて、

軸速度指令に対し、軸速度の検出量を差し引いた速度偏差量を補償演算した結果を第一の信号として出力する手段と、
前記回転液圧装置の容量検出量を入力とし、ゼロ近傍でゲインが高くそれ以外ではゲインが低くなる非比例関数を通した結果を第二の信号として出力する手段と、
前記第一の信号から第二の信号を差し引いた結果を第三

の信号として出力する手段と、

正方向トルク指令に対し、前記出力軸トルクの検出量を差し引いたトルク偏差量を補償演算した結果を第四の信号として出力する手段と、

負方向トルク指令に対し、前記出力軸トルクの検出量を差し引いたトルク偏差量を補償演算した結果を第六の信号として出力する手段と、

前記第三の信号と第四の信号の小さい方を第五の信号として出力する手段と、

10 該第五の信号と前記第六の信号の大きい方を第七の信号として出力する手段とを設け、

該第七の信号を前記液圧回転装置の容量を変化させる制御弁の操作量としたことを特徴とする回転液圧装置制御システム。

【請求項4】 略一定の圧力に保たれる液圧源に接続される可変容量型回転液圧装置の容量を制御弁の操作によって変化させることにより出力軸トルクを変化させ、軸速度又は軸回転位相を制御する回転液圧装置制御システムにおいて、

20 軸速度指令に対し、軸速度の検出量を差し引いた速度偏差量を補償演算した結果を第一の信号として出力する手段と、

前記回転液圧装置の容量検出量を入力とし、ゼロ近傍でゲインが高くそれ以外ではゲインが低くなる非比例関数を通した結果を第二の信号として出力する手段と、
前記第一の信号から第二の信号を差し引いた結果を第三の信号として出力する手段と、

30 正方向トルク指令に対し、前記出力軸トルクの検出量を差し引いたトルク偏差量を補償演算した結果を第四の信号として出力する手段と、

負方向トルク指令に対し、前記出力軸トルクの検出量を差し引いたトルク偏差量を補償演算した結果を第六の信号として出力する手段と、

前記第三の信号と第六の信号の大きい方を第八の信号として出力する手段と、

該第八の信号と前記第四の信号の小さい方を第九の信号として出力する手段とを設け、

40 該第九の信号を前記回転液圧装置の容量を変化させる制御弁の操作量としたことを特徴とする回転液圧装置制御システム。

【請求項5】 略一定の圧力に保たれる液圧源に接続される可変容量型回転液圧装置の容量を制御弁の操作によって変化させることにより出力軸トルクを変化させ、軸速度又は軸回転位相を制御する回転液圧装置制御システムにおいて、

軸速度指令を第十の信号とし、

トルク指令に対し、前記出力軸トルクの検出量を差し引いたトルク偏差量を補償演算した結果に、軸速度の検出量をゼロ近傍でゲインが低くそれ以外でゲインが高くなる非比例関数を通した結果を加算した結果を第十一の信

号として出力する手段と、
 該第十一の信号と前記第十の信号の小さい方を第十二の信号として出力する手段と、
 該第十二の信号から軸速度の検出量を差し引いた結果を第十三の信号として出力する手段と、
 該第十三の信号を速度制御の補償演算をした結果から前記回転液圧装置の容量の検出量を差し引いた結果を第十四の信号として出力する手段とを設け、
 該第十四の信号を前記回転液圧装置の容量を変化させる制御弁の操作量としたことを特徴とする回転液圧装置制御システム。

【請求項6】 略一定の圧力に保たれる液圧源に接続される可変容量型回転液圧装置の容量を制御弁の操作によって変化させることにより出力軸トルクを変化させ、軸速度又は軸回転位相を制御する回転液圧装置制御システムにおいて、

軸速度指令を第十の信号とし、
 正方向トルク指令に対し、前記出力軸トルクの検出量を差し引いたトルク偏差量を補償演算した結果に、軸速度の検出量をゼロ近傍でゲインが低くそれ以外でゲインが高くなる非比例関数を通した結果を加算した結果を第十一の信号として出力する手段と、

負方向トルク指令に対し、前記出力軸トルクの検出量を差し引いたトルク偏差量を補償演算した結果に、軸速度の検出量をゼロ近傍でゲインが低くそれ以外でゲインが高くなる非比例関数を通した結果を加算した結果を第十五の信号として出力する手段と、

前記第十一の信号と第十五の信号の大きい方を第十六の信号として出力する手段と、

該第十六の信号と前記第十の信号の小さい方を第十七の信号として出力する手段と、

該十七の信号から前記軸速度の検出量を差し引いた結果を第十八の信号として出力する手段と、

該第十八の信号を速度制御の補償演算した結果から前記回転液圧装置の容量の検出量を差し引いた結果を第十九の信号として出力する手段とを設け、

該第十九の信号を前記回転液圧装置の容量を変化させる制御弁の操作量としたことを特徴とする回転液圧装置制御システム。

【請求項7】 略一定の圧力に保たれる液圧源に接続される可変容量型回転液圧装置の容量を制御弁の操作によって変化させることにより出力軸トルクを変化させ、軸速度又は軸回転位相を制御する回転液圧装置制御システムにおいて、

軸速度指令を第十の信号とし、

正方向トルク指令に対し、前記出力軸トルクの検出量を差し引いたトルク偏差量を補償演算した結果に、軸速度の検出量をゼロ近傍でゲインが低くそれ以外でゲインが高くなる非比例関数を通した結果を加算した結果を第十一の信号として出力する手段と、

負方向トルク指令に対し、前記出力軸トルクの検出量を差し引いたトルク偏差量を補償演算した結果に、軸速度の検出量をゼロ近傍でゲインが低くそれ以外でゲインが高くなる非比例関数を通した結果を加算した結果を第十五の信号として出力する手段と、

前記第十の信号と第十一の信号の小さい方を第二十の信号として出力する手段と、

該第二十の信号と前記第十五の信号の大きい方を第二十一の信号として出力する手段と、

10 該第二十一の信号から前記軸速度の検出量を差し引いた結果を第二十二の信号として出力する手段と、

該第二十二の信号を速度制御の補償演算した結果から前記回転液圧装置の容量の検出量を差し引いた結果を第二十三の信号として出力する手段とを設け、

該第二十三の信号を前記回転液圧装置の容量を変化させる制御弁の操作量としたことを特徴とする回転液圧装置制御システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

20 【発明の属する技術分野】この発明は、略一定の圧力に保たれる液圧源に接続される可変容量型回転液圧装置の容量を制御弁の操作によって変化させることにより出力軸トルクを変化させ、軸速度又は軸回転位相を制御する回転液圧装置制御システム、所謂セカンダリコントロール・システムに関する。

【0002】

【従来の技術】図18に従来の回転液圧装置制御システム、すなわちセカンダリコントロール・システムのブロック構成図を示す。このシステムにおいて、斜板式油圧モータのような可変容量型回転液圧装置1に対し、速度指令値と出力軸に取り付けられた回転速度センサである軸センサ2による検出量（トルク相当量）との差信号を速度制御補償演算回路3で補償演算し、その結果と回転液圧装置1の容量を検出する容量センサ4の検出量との差信号を容量制御補償演算回路5で補償演算し、その結果を制御弁ドライバ6に入力して、その出力によって制御弁7を操作し、回転液圧装置1の斜板の傾きすなわち容量を変化させて、軸速度が指令値になるように制御する。

40 【0003】なお、8、9は差演算回路、10は略一定の圧力に保たれる定圧力源である液圧源、11は回転液圧装置1の負荷装置の慣性を示す。各ブロック内には、そのゲイン（ K_{pv} 、 K_{py} などの K の付く記号）又はそのゲインを含む伝達関数を併記している。

【0004】図19は、この図18における容量センサ4による検出信号をフィードバックするマイナーループの伝達関数を「容量制御ループ伝達関数」として、システム全体を伝達関数で示す速度制御のブロック図である。ここで、容量センサの検出ゲイン K_y は減衰項にあたり、制御の安定性を得る手段であることが判る。

【0005】この制御ブロックにおける容量センサの検出によるマイナーループは、トルク制御相当であって、速度偏差量によってトルク制御に入力することを示している。摩擦や粘性に対するトルクを発生するため、速度偏差が発生することは明らかである。すなわち負荷条件が積分要素であったものが、定位系（一時遅れ）に変化する。トルクを発生し、加速度を得て所望の速度に達すると、無トルクで一定速度を保つのが積分要素であるが、速度に応じた負荷トルクが発生するようであると、あるトルク操作量に対して、速度がある値で釣り合う定位系になるものであり、それをブロック図で記述すると、速度に応じた抵抗トルクが、慣性加速トルクを減少させるような一次遅れ要素に表わせる。

【0006】その制御状態の場合の図18に相当するブロック構成図は図20に示すようになり、それを伝達関数で示す速度制御のブロックは図21のようになる。すなわち、図18及び図19における負荷装置慣性11（伝達関数 $1/KcS$ ）が、負荷装置慣性11と負荷装置トルク特性12と差演算回路13とによって形成される負荷特性ループに置き換えられ、その負荷特性ループ伝達関数は $(1/Kt)/\{(Kc/Kt)S+1\}$ となる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】このような回転液圧装置制御システムにおいて、速度制御補償演算回路3が比例要素のみであると、図22に示すようにトルクの変動に比例して速度偏差が生じる。それを起こさせないためには積分要素が必要である。しかし、積分要素を加えると遅れ要素が増加し、応答遅れ等の問題を引き起こす場合がある。例えば、負荷が変位制限の解除動作等によって急発進されるとき、トルク最大で停止していた状態から速度制御に切り替わるにあたって、過大なサージ速度（所望の速度を大幅に越えてから減速して落ち着く動作）が生じる。

【0008】また、容量センサの検出量によるマイナーループは制御の安定性を得る手段であるが、このループの要素が必要となるのは、トルクが専ら慣性加速に作用する場合である。すなわち負荷特性ループが形成される図20、21の状態においては、容量センサの検出量によるマイナーループは、定常偏差をもたらすと共に応答遅れを引き起こす要因に過ぎない。このとき、負荷要素の（粘性）摩擦によって異なるが、容量検出ゲイン K_y がなくても安定条件となり、且つ速度の偏差が発生しなくてもトルクを発生できる。

【0009】しかしながら、従来の回転液圧装置制御システムにおいては、いかなる制御状態にあっても、常に一定のゲインで容量センサの検出量によるマイナーループの制御を行っていた。そのため、容量センサの検出量が大きくなって、図21に示した負荷特性ループによる制御が行なわれる状態になると、定常偏差や応答遅れが生じてしまっていた。

【0010】この発明は、このような問題を解決して、回転液圧装置制御システムの制御状態に応じて最適な速度制御、すなわち安定性がよく、しかも定常偏差や応答遅れが生じない速度制御を実現することを第1の目的とする。

【0011】次に、例えば図23に動特性を、図24に静特性を示すように、速度及び圧力（トルク）双方を精度よく制御しながら、負荷条件によって制御対象を自動的に切り替えることが必要になる場合がある。その例として、樹脂の射出成形機において、負荷に拘らず安定した速度で樹脂を押し出す行程から、型が充填された後精度良く圧力を保持する行程に自動的に移行させることによって、成形品の品質を高くすることができる。

【0012】その場合、仮に圧力制御系に積分補償を行なうと、射出行程で積分器が飽和していて、図23に示す圧力（PS1）が圧力指令を上回って、はじめて積分器の出力が減少する。そのため、高いサージ圧力が発生せざるを得ない。逆に、圧力制御から速度制御に移行する場合もあり、双方積分補償を行なうのは望ましくない。

【0013】そこで、この発明は、簡単な構成で速度制御とトルク（圧力）制御を自動的に切り替えて制御でき、切り替えによるサージ圧力発生の問題もなく、且つ双方の制御において高い精度を実現することを第2の目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】この発明は、略一定の圧力に保たれる液圧源に接続される可変容量型回転液圧装置の容量を制御弁の操作によって変化させることにより出力軸トルクを変化させ、軸速度又は軸回転位相を制御する回転液圧装置制御システムにおいて、上記第1の目的を達成するため、次のよう構成したものである。

【0015】軸速度指令に対し、軸速度の検出量を差し引いた速度偏差量を補償演算した結果を第一の信号として出力する手段と、回転液圧装置の容量検出量を入力とし、ゼロ近傍でゲインが高くそれ以外ではゲインが低くなる非比例関数を通した結果を第二の信号として出力する手段と、その第一の信号から第二の信号を差し引いた結果を第三の信号として出力する手段とを設け、その第三の信号を回転液圧装置の容量を変化させる制御弁の操作量とする。

【0016】図18乃至図21に示した回転液圧装置制御システムにおいて、容量センサの検出量によるマイナーループの制御による減衰要素が必要となるのは、トルクが専ら慣性加速に作用する場合であって、その場合には、容量センサの検出による減衰項を導入し、（粘性）摩擦に作用する場合には、その検出結果を用いないようにすれば、常に安定し且つ速度偏差の小さい制御が可能になる。

【0017】そのため、容量センサによる容量検出量

を、ゼロ近傍でゲインが高くそれ以外ではゲインが低くなる非比例関数を通してフィードバックすることにより、定常トルクが零になるような場合、すなわち回転液圧装置の容量検出量がゼロ付近のときにのみ有効なマイナーループが構成され、それ以外の制御状態では、マイナーループが殆ど作用しなくなり、上述の条件を満たすことが可能になる。

【0018】また、この発明は上記と同様な回転液圧装置制御システムにおいて、上記第2の目的を達成するため、上記回転液圧装置制御システムにおける第一の信号、第二の信号、および第三の信号をそれぞれ出力する手段に加えて、正方向トルク指令に対し、出力軸トルクの検出量を差し引いたトルク偏差量を補償演算した結果を第四の信号として出力する手段と、上記第三の信号とこの第四の信号の小さい方を第五の信号として出力する手段とを設け、その第五の信号を回転液圧装置の容量を変化させる制御弁の操作量とするシステムも提供する。

【0019】これによって、可変容量型液圧装置より発生する軸速度とトルクの各々が一方方向かつ同一方向であるとき、負荷装置の状態に応じて軸速度又は軸トルクの何れか一方を自動的に制御対象として選択し、且つ精度よく制御することができる。

【0020】すなわち、負荷状態によって、通常トルク指令値に対する検出トルクが小さい場合には、第四の信号は常に大きく、速度指令によって負荷は加速されるので第三の信号は小さくなり、この第三の信号が第五の信号として選択され、それがゼロに収束するように速度が制御される。

【0021】検出トルクが大きくなってトルク指令値に達した場合には、第三、第四の信号は各々ゼロになるので、第五の信号はゼロになり、制御弁は中立状態になる。さらに負荷抵抗が上昇して、第四の信号が負になると、その第四の信号が第五の信号として選択され、それがゼロになるように容量が減少し、トルクが制御される。

【0022】さらに、このような制御切り替え特性が、正/負双方方向に対して必要な場合も考えられる。その場合には、上記各手段に加えて、負方向トルク指令に対して出力軸トルクの検出量を差し引いたトルク偏差量を補償演算した結果を第六の信号として出力する手段と、上記第五の信号とこの第六の信号の大きい方を第七の信号として出力する手段とを設け、その第七の信号を回転液圧装置の容量を変化させる制御弁の操作量とすることにより実現される。

【0023】すなわち、正方向についての作用は前述と同様であり、負方向についての作用は以下の通りである。負方向のトルク指令に対し、負荷状態によって通常トルク指令値に対する検出トルクが大きい場合（負の指令トルクに達していない場合）には、第六の信号は常に小さく（符号が負で、絶対値が大きいこと）、速度指令

によって負荷は加速されるので第五の信号は大きくなり、その第五の信号が第七の信号として選択され、それがゼロに収束するように速度が制御される。

【0024】検出トルクが小さくなってトルク指令値に達した場合には、第五、第六の信号は各々ゼロになるので、第七の信号はゼロになり、制御弁は中立状態となる。さらに負荷抵抗が上昇して、第六の信号が正になると、その第六の信号が第七の信号として選択され、それがゼロになるように容量が増加し、トルクが制御される。

【0025】この場合、上記第三の信号と第六の信号の大きい方を第八の信号として出力する手段と、その第八の信号と上記第四の信号の小さい方を第九の信号として出力する手段とを設け、その第九の信号を回転液圧装置の容量を変化させる制御弁の操作量とするようにしても、上述の場合と切り替え判別の順序を入れ替えただけなので、全く同様の特性を得ることができる。

【0026】また、回転液圧装置制御システムの負荷装置の状態によっては、出力軸に慣性負荷があり、その軸によって回転される物体に懸かるトルクを制御することもある。その場合には、上述の制御アルゴリズムでは発振することが考えられる（慣性物体の積分器と容量圧縮の積分器により位相が反転するため）が、この発明はこのような場合にも適応できるように、次のような回転液圧装置制御システムも提供する。

【0027】すなわち、トルク指令が一方方向のみの場合は、軸速度指令を第十の信号とし、トルク指令に対し、出力軸トルクの検出量を差し引いたトルク偏差量を補償演算した結果に、軸速度の検出量をゼロ近傍でゲインが低くそれ以外でゲインが高くなる非比例関数を通した結果を加算した結果を第十一の信号として出力する手段と、その第十一の信号と上記第十の信号の小さい方を第十二の信号として出力する手段と、その第十二の信号から軸速度の検出量を差し引いた結果を第十三の信号として出力する手段と、その第十三の信号を速度制御の補償演算をした結果から回転液圧装置の容量の検出量を差し引いた結果を第十四の信号として出力する手段とを設け、その第十四の信号を回転液圧装置の容量を変化させる制御弁の操作量とする。

【0028】トルク指令が正負両方向の場合には、正方向トルク指令に対し、出力軸トルクの検出量を差し引いたトルク偏差量を補償演算した結果に、軸速度の検出量をゼロ近傍でゲインが低くそれ以外でゲインが高くなる非比例関数を通した結果を加算した結果を第十一の信号として出力する手段と、負方向トルク指令に対し、出力軸トルクの検出量を差し引いたトルク偏差量を補償演算した結果に、軸速度の検出量をゼロ近傍でゲインが低くそれ以外でゲインが高くなる非比例関数を通した結果を加算した結果を第十五の信号として出力する手段とを設ける。

【0029】さらに、その第十一の信号と第十五の信号の大きい方を第十六の信号として出力する手段と、その第十六の信号と上記第十の信号の小さい方を第十七の信号として出力する手段と、その十七の信号から軸速度の検出量を差し引いた結果を第十八の信号として出力する手段と、その第十八の信号を速度制御の補償演算した結果から回転液圧装置の容量の検出量を差し引いた結果を第十九の信号として出力する手段とを設け、この第十九の信号を回転液圧装置の容量を変化させる制御弁の操作量とすればよい。

【0030】あるいは、上記回転液圧装置制御システムを一部変更して、上記第十の信号と第十一の信号の小さい方を第二十の信号として出力する手段と、その第二十の信号と上記第十五の信号の大きい方を第二十一の信号として出力する手段と、該第二十一の信号から上記軸速度の検出量を差し引いた結果を第二十二の信号として出力する手段と、その第二十二の信号を速度制御の補償演算した結果から回転液圧装置の容量の検出量を差し引いた結果を第二十三の信号として出力する手段とを設け、この第二十三の信号を回転液圧装置の容量を変化させる制御弁の操作量としてもよい。

【0031】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態を図面に基づいて具体的に説明する。図1は、この発明による回転液圧装置制御システム（セカンダリコントロール・システム）の第1の実施形態を示す。これは図20と同様なブロック構成図であり、図20と同じ部分には同一の符号を付している。

【0032】この回転液圧装置制御システムは、図20に示した従来例と同様に、略一定の圧力に保たれる液圧源10に接続される可変容量型回転液圧装置1の容量を制御弁7の操作によって変化させることにより出力軸トルクを変化させ、軸速度又は軸回転位相を制御する。そして、負荷装置慣性11と負荷装置トルク特性12と差演算回路13とによって負荷特性ループが形成される。その負荷特性ループの伝達関数は $(1/Kt)/(Kc/Kt)S+1$ となる。

【0033】そして、速度制御のメインループにおいて、入力される軸速度指令 S_{vi} に対し、軸センサ（ゲイン K_s ）2による軸速度の検出量 S_{vf} を差演算回路8で差し引き、その速度偏差量 ΔS_v （ $\Delta S_v = S_{vi} - S_{vf}$ ）を速度制御補償演算回路（ゲイン K_{pv} ）3によって補償演算した結果を第一の信号 S_1 として出力する。

【0034】また、容量センサ4の検出量によるマイナーループにおいては、液圧回転装置の容量を容量センサ（ゲイン K_y ）4によって検出し、その検出量を非比例関数増幅器15を通した結果を第二の信号 S_2 として出力する。この非比例関数増幅器15は、入力がゼロ近傍でゲインが高くそれ以外ではゲインが低くなる非比例関数特性を有する。

【0035】さらに、差演算回路9によって、第一の信号 S_1 から第二の信号 S_2 を差し引いた結果を第三の信号 S_3 として出力し、その第三の信号 S_3 を可変容量型回転液圧装置1の容量を変化させる制御弁7の操作量とする。そのため、第三の信号 S_3 を容量制御補償演算回路（ゲイン K_{py} ）5によって補償演算して、制御弁ドライバ（ゲイン K_{dv} ）に入力させる。それによって、軸速度が軸速度指令値と一致するように可変容量型回転液圧装置1の軸回転速度を制御する。

10 【0036】図18乃至図21に示した回転液圧装置制御システムにおいて、容量センサ4の検出量によるマイナーループの制御による減衰要素が必要となるのは、トルクが専ら慣性加速に作用する場合であって、その場合には、容量センサ4の検出による減衰項を導入し、（粘性）摩擦に作用する場合には、その検出結果を用いないようにすれば、常に安定し且つ速度偏差の小さい制御が可能になる。

【0037】そのため、この図1に示すこの発明による回転液圧装置制御システムにおいては、容量センサ4の検出量を非比例関数増幅器15を通した結果を第二の信号 S_2 として差演算回路9にフィードバックするようにしたのである。その非比例関数は、例えば、負荷の（粘性）摩擦項が速度制御の安定性を保つ条件に一致するトルク相当を $\pm T_f$ として、そのトルクを発生する相当の容量で、出力が飽和するようなものとすることによって、上述の条件を満たすことが可能になる。

【0038】例えば、この非比例関数増幅器15の非比例関数を、図2に示すように、容量センサ4の検出量である入力が $0 \pm 5\%$ （最大容量に対して）以内ではゲインが1で、それを越えると出力が飽和してゲインが0になるように設定すると、この回転液圧装置制御システムによって得られる特性は、図3に示すようになる。

【0039】すなわち、定常トルクが略ゼロ（容量センサ4の検出量が $0 \pm 5\%$ 以内）である場合にのみ容量のマイナーループが構成され、それ以外では容量のマイナーループが構成されなくなる。したがって、図3に示すように、この容量に対応する圧力（トルク）が5%を越えると、軸速度の定常偏差はトルク変動に係わらず一定の小さな値となる。

40 【0040】ところで、このマイナーループの構成を容量センサ4の検出量の接断によって行なうことも考えられるが、その場合は接断条件の判別量近傍で動作が不安定になるという問題がある。この発明では、容量センサ4の検出量がゼロ近傍では、その検出量をそのまま出力し、わずかな量（図2に示した例では最大容量の5%）以上正または負に変化したとき、飽和して一定値を出力する非比例関数増幅器15をそのマイナーループに設けたので、動作が不安定になることなく、トルクが変動しても速度の変動をわずかな量に抑えることができる。

50 【0041】なお、上記非比例関数の出力を飽和させる

入力量は、最大値の2%、3%、7%など任意に設定することができる。また、出力を飽和させずに、入力量が増加するに従って出力のゲイン（変化率）を減少させるようにしたり、場合によっては、トルク変動によって速度を任意に変化させるようにすることも可能となる。あるいは、トルク変動に対して、速度が変化するのが望ましくない場合には、速度制御補償演算回路3に積分補償を付加すればよいのであるが、この場合、元々の定常偏差量が非常に小さくなっているため、積分の出力レベルを極々低くすることが可能であるので、従来のように応答性に問題が生じることはない。

【0042】図4は、この発明による回転液圧装置制御システムの第2の実施形態を示すブロック構成図であり、図1と同じ部分には同一の符号を付し、それらの説明は省略する。

【0043】この実施形態で図1に示した回転液圧装置制御システムと異なるのは次の点だけである。すなわち、外部から圧力指令 S_{pi} （正方向トルク指令に相当する）も入力し、差演算回路17によって、この圧力指令 S_{pi} から圧力センサ16による圧力検出量（出力軸トルクに相当する） S_{pf} を差し引いたトルク偏差量 ΔS_p を、圧力制御補償演算回路18によって補償演算した結果を、第四の信号 S_4 として出力する。

【0044】この第四の信号 S_4 と前述の差演算回路9から出力される第三の信号とを最小信号出力回路19に入力させ、いずれか小さい方を第五の信号 S_5 として出力させる。この第五の信号 S_5 を容量制御補償演算回路5に入力させ、可変容量型回転液圧装置1の容量を変化させる制御弁7の操作量とする。

【0045】これによって、可変容量型回転液圧装置1により発生する軸速度とトルクの各々が一方向かつ同一方向であるとき、負荷装置の状態に応じて軸速度又は軸トルクの何れか一方を自動的に制御対象として選択し、且つ精度よく制御することができる。この場合も、非比例関数増幅器15の比例関数を図2に示したように設定すると、図3に示す特性が得られる。

【0046】この回転液圧装置制御システムによれば、負荷状態によって、トルク指令値に対する圧力センサ16による検出トルクが小さい場合には、第四の信号 S_4 は常に大きく、軸速度指令によって負荷は加速されるので第三の信号 S_3 は小さくなり、最小信号出力回路19によってこの第三の信号 S_3 が第五の信号 S_5 として選択されて出力され、それがゼロに収束するように軸速度が制御される。

【0047】検出トルク（圧力）が大きくなって圧力指令値に達した場合には、第三、第四の信号 S_3 、 S_4 は各々ゼロになるので、第五の信号 S_5 はゼロになり、制御弁7は中立状態になる。さらに負荷抵抗が上昇して、第四の信号 S_4 が負になると、その第四の信号 S_4 が第五の信号 S_5 として選択されて出力され、それがゼロに

なるように容量が減少し、軸トルク（圧力）が制御される。

【0048】このとき軸速度が減少し、それに従って第三の信号 S_3 はゼロより大きくなって行くので、トルク制御と速度制御の切り換え部で双方に切り換えが繰り返されるハンチング現象は生じない。厳密には微小レベルでハンチングが生じるが、制御状態を破綻するようなレベルに達することはない。

【0049】図5は、この発明による回転液圧装置制御システムの第3の実施形態を示すブロック構成図であり、図1及び図4と同じ部分には同一の符号を付し、それらの説明は省略する。この回転液圧装置制御システムは、図4によって説明した前述の実施形態における軸速度制御と軸トルク制御の自動切り替え特性が、正/負双方向に対して行なえるようにしたものであり、そのために図4に示した回転液圧装置制御システムを次のように変更したものである。

【0050】すなわち、外部から圧力指令として正圧力指令（正方向トルク指令） S_{pi1} と負圧力指令（負方向トルク指令） S_{pi2} とを入力し、出力軸トルクを検出するための圧力センサとして、例えば負荷が液圧シリンダの場合のピストンの両側のシリンダ出力の圧力を検出する一対の圧力センサ（ $SP1$ 、 $SP2$ ）16A、16Bを設け、その各検出値を差演算回路22に入力してその差をとり、それを圧力検出量 S_{pf} として差演算回路17、20へフィードバックする。

【0051】そして、差演算回路17によって、正圧力指令 S_{pi1} から上記圧力検出量 S_{pf} を差し引いた正トルク偏差量 ΔS_{p1} を、圧力制御補償演算回路18によって補償演算した結果を、第四の信号 S_4 として出力する。この第四の信号 S_4 と差演算回路9から出力される第三の信号とを最小信号出力回路19に入力させ、いずれか小さい方を第五の信号 S_5 として出力させる。

【0052】一方、差演算回路20によって、負圧力指令 S_{pi2} から上記圧力検出量 S_{pf} を差し引いた正トルク偏差量 ΔS_{p2} を、圧力制御補償演算回路21によって補償演算した結果を、第六の信号 S_6 として出力する。この第六の信号 S_6 と上記第五の信号とを最大信号出力回路23に入力させ、いずれか小さい方を第七の信号 S_7 として出力させる。この第七の信号 S_7 を可変容量型回転液圧装置1の容量を変化させる制御弁7の操作量として、容量制御補償演算回路5へ入力させる。

【0053】この実施形態における正方向についての作用は図4に示した前述の回転液圧装置制御システムと同様であり、負方向についての作用は以下の通りである。負方向のトルク指令である負圧力指令 S_{pi2} に対し、負荷状態によって通常トルク指令値に対する検出トルクが大きい場合（負の指令トルクに達していない場合）には、第六の信号 S_6 は常に小さく（符号が負で、絶対値が大きいこと）、軸速度指令 S_{vi} によって負荷は

加速されるので第五の信号S5は大きくなり、その第五の信号S5が第七の信号S7として選択され、それがゼロに収束するように軸速度が制御される。

【0054】検出トルクが小さくなってトルク指令値に達した（圧力検出量Spfが負圧力指令Spi2になった）場合には、第五、第六の信号S5、S6は各々ゼロになるので、第七の信号S7もゼロになり、制御弁7は中立状態となる。さらに負荷抵抗が上昇して、第六の信号S6が正になると、その第六の信号S6が第七の信号S7として選択され、それがゼロになるように容量が増加し、軸トルクが制御される。

【0055】このとき軸速度が増加し、それに従って第五の信号S5はゼロより小さくなって行くので、トルク制御と速度制御の切り換え部で双方に切り換えが繰り返されるハンチング現象は生じない。この場合も厳密には微小レベルでハンチングが生じるが、制御状態を破綻するようなレベルに達することはない。

【0056】図6は、この発明による回転液圧装置制御システムの第4の実施形態を示すブロック図である。この実施形態は、図5に示した前述の回転液圧装置制御システムにおける最小信号出力回路19と最大信号出力回路23の順序を入れ替えて、最大信号出力回路23によって第三の信号と第六の信号の大きい方を第八の信号として出力させ、最小信号出力回路19によってその第八の信号と第四の信号の小さい方を第九の信号として出力させ、その第九の信号を可変容量型回転液圧装置1の容量を変化させる制御弁7の操作量として、容量制御補償演算回路5へ入力させるようにしたものである。

【0057】このようにしても、速度制御とトルク制御の切り替え判別の順序の入れ替えだけなので、図5に示した第3の実施形態の場合と全く同様の特性を得ることができる。これらの、第3、第4の実施形態の回転液圧装置制御システムによって得られる特性は、図7に示すようになる。この場合も、容量センサ4によるマイナーループに非比例関数増幅器15を設けているので、トルク変動による軸速度偏差は小さい値に抑えられる。

【0058】ところで、回転液圧装置制御システムの負荷装置の状態によっては、出力軸に慣性負荷があり、その軸によって回転される物体に懸かるトルクを制御することもある。その場合には、上述の各実施形態の制御アルゴリズムでは、慣性物体の積分器と容量圧縮の積分器により位相が反転するため発振することが予想される。そこで、このような場合にも適応できるようにした実施形態について、次に説明する。

【0059】図8は、この発明による回転液圧装置制御システムの第5の実施形態を示すブロック構成図であり、図4等と対応する部分には同一の符号を付し、それらの説明は省略する。この例はトルク指令（圧力指令）が一方向のみの場合であり、軸速度指令Sviを第十の信号S10とする。そして、トルク指令である圧力指令Spi

に対し、容量圧縮24を経た出力軸トルクを検出する圧力センサ16の検出量Sfvを差演算回路17によって差し引いたトルク偏差量 ΔSp を、圧力制御補償演算回路18によって補償演算し、その結果を加算回路26に入力させる。

【0060】そして、軸センサ2による軸速度の検出量を非比例関数増幅器25を通した結果を加算回路26によって加算した結果を第十一の信号S11として出力する。この場合の非比例関数増幅器25は、入力のゼロ近傍でゲインが低くそれ以外でゲインが高くなる非比例関数を有する。その第十一の信号と上記第十の信号を最小信号出力回路19に入力させ、いずれか小さい方を第十二の信号S12として出力させる。

【0061】その第十二の信号S12から差演算回路27によって、軸センサ2による軸速度の検出量を差し引いた結果を第十三の信号S13として出力する。その第十三の信号S13を、速度制御補償演算回路3によって補償演算した結果から、差演算回路28によって容量センサ4による回転液圧装置1の容量の検出量を差し引いた結果を第十四の信号S14として出力する。この第十四の信号S14を可変容量型回転液圧装置1の容量を変化させる制御弁7の操作量として、制御弁ドライバ6に入力させる。

【0062】この回転液圧装置制御システムにおいて、非比例関数増幅器25の非比例関数を、例えば図9に示すように、入力が $0 \pm 5\%$ （軸センサ2によって検出される最大軸速度に対して）以内ではゲインが0で、出力を出さず、入力が $\pm 5\%$ を越えるとゲインが1になって、入力をそのまま出力するように設定することができる。その場合にこの回転液圧装置制御システムによって得られる特性は、図10に示すようになる。このように、トルク（圧力）制御時における軸速度の変動に対するトルク偏差が小さく抑えられる。

【0063】次に、トルク指令が正負両方向の場合の実施形態として、この発明による回転液圧装置制御システムの第6の実施形態を図11及び図12によって、第7の実施形態を図13と図12によって説明する。これらの図において、図6及び図8と対応する部分には同一の符号を付し、その説明は省略する。図11と図12は図示の都合上2つの図に分割して示しているが、両図におけるa、b、cの同一符号を付した線は互いに接続され、第6の実施形態の回転液圧装置制御システムを構成する。

【0064】この回転液圧装置制御システムでは、正方向トルク指令である正圧力指令Spi1に対し、差演算回路17によって出力軸トルクの検出量Spfを差し引いた正トルク偏差量 ΔSpi を、圧力制御補償演算回路18によって補償演算した結果に、加算回路26によって、軸センサ2の検出量を非比例関数増幅器25を通した結果を加算して、第十一の信号S11として出力する。

【0065】一方、負方向トルク指令である負圧力指令 Sp_{i2} に対し、差演算回路20によって出力軸トルクの検出量 Sp_f を差し引いた正トルク偏差量 ΔSp_2 を、圧力制御補償演算回路21によって補償演算した結果に、加算回路29によって、軸センサ2の検出量を非比例関数増幅器25を通した結果を加算して、第十五の信号 S_{15} として出力する。

【0066】さらに、その第十一の信号 S_{11} と第十五の信号 S_{15} を最大信号出力回路23に入力させ、いずれか大きい方を第十六の信号 S_{16} として出力させる。その第十六の信号 S_{16} と軸速度指令である第十の信号 S_{10} を最小信号出力回路19に入力させ、いずれか小さい方を第十七の信号 S_{17} として出力させ、その十七の信号 S_{17} から軸センサ2による軸速度の検出量を差し引いた結果を第十八の信号 S_{18} として出力する。

【0067】そして、その第十八の信号 S_{18} を速度制御補償演算回路3によって補償演算した結果から、容量センサ4による回転液圧装置の容量の検出量を差し引いた結果を第十九の信号 S_{19} として出力する。この第十九の信号 S_{19} を可変容量型回転液圧装置1の容量を変化させる制御弁7の操作量として制御弁ドライバ6に入力させる。

【0068】図13はこの発明による回転液圧装置制御システムの第7の実施形態の図11に相当する部分の図であり、図12の部分は上述の第6の実施形態と同じである。したがって、これらの図13と図12における a, b, c の同一符号を付した線が互いに接続され、第7の実施形態の回転液圧装置制御システムを構成する。

【0069】この第7の実施形態においては、上述した第6の実施形態の回転液圧装置制御システムの最小信号出力回路19と最大信号出力回路23の位置を入替えている。すなわち、速度指令である第十の信号 S_{10} と正圧力指令側の第十一の信号 S_{11} を最小信号出力回路19に入力させ、いずれか小さい方を第二十の信号 S_{20} として出力させる。そして、この第二十の信号と上記第十五の信号を最大信号出力回路23に入力させ、その大きい方を第二十一の信号 S_{21} として出力させる。

【0070】差演算回路27によって、その第二十一の信号 S_{21} から軸速度の検出量を差し引いて第二十二の信号 S_{22} として出力し、図12の差演算回路28によって、第二十二の信号 S_{22} を速度制御補償演算回路3によって補償演算した結果から容量センサ4の検出量を差し引いた結果を第二十三の信号 S_{23} として出力する。この第二十三の信号 S_{23} を可変容量型回転液圧装置1の容量を変化させる制御弁7の操作量として、制御弁ドライバ6に入力させる。これらの第6の実施形態及び第7の実施形態の回転液圧装置制御システムによって得られる特性は、図14に示すようになる。

【0071】次に、この発明による回転液圧装置制御システムの具体的な応用例について説明する。図15は射

出成形機への応用例を示すシステム構成図であり、図5又は図6に示した第3、第4の実施形態の回転液圧装置制御システムを用いた射出成形機駆動制御システムである。そのため、この図15において、図5、図6と対応する部分には同一の符号を付している。

【0072】このシステムにおいては、可変容量型回転液圧装置1は、図示しない定圧力の液圧源とタンクTとの間に設けた液圧モータであり、その出力軸1aに液圧ポンプ30を取り付け、その液圧ポンプ30によって液圧シリンダ31の一方のシリンダ室から作動液（油等）を吸入し、他方のシリンダ室へ作動液を吐出する。それによって、液圧シリンダ31はピストン31aが固定されているので、腕31cを一体に設けたシリンダ部31bが矢示X方向へ変位し、その腕31cに回転可能に保持された加熱シリンダ32のスクリー32aを同方向へ移動させる。

【0073】それによって、加熱シリンダ32内で加熱されて溶融した樹脂33'が、ノズル部32bから金型34内によって形成されたキャビティ35内に注入される。加熱シリンダ32のスクリー32aは液圧モータ36によって回転され、ホッパ37から投入される樹脂粉末33を加熱しながら前方へ送り込む。

【0074】16A、16Bは液圧ポンプ30の両側の吸入・吐出ライン液圧をそれぞれ検出する一对の圧力センサ（PS1、PS2）である。その両圧力センサ16A、16Bの検出値の差をとることにより、可変容量型回転液圧装置（以下「液圧モータ」とする）1の出力軸1aのトルクを検出できる。

【0075】制御弁7は、3位置を有する比例電磁弁であり、制御ユニット40からの操作量信号に応じてアクチュエータ41、42を駆動して、液圧モータ1の斜板1bを回動させてその容量を変化させる。その容量は、斜板1bの駆動点に設けた差動トランス等の容量センサ4によって検出する。また、液圧モータ1の出力軸1aの回転速度は、その出力軸1aに取り付けたロータリエンコーダ等の軸センサ2によって検出する。

【0076】制御ユニット40は、図5又は図6に示した回転液圧装置制御システムにおける電気回路部分を全て収納したものであり、軸速度指令 S_{vi} 、正圧力指令 S_{pi1} 、負圧力指令 S_{pi2} と、前述した圧力センサ16A、16B、軸センサ2、および容量センサ4の各検出信号を入力して、制御弁7を制御する信号を出力する。

【0077】この回転液圧装置制御システムによれば、例えば図16に示すように、加熱シリンダ32による射出行程と、キャビティ35内に溶融樹脂33'を充填した後、保圧行程に移る際に自動的に制御対象に軸速度からトルク（圧力）に切り替えて、スクリー32aの変位速度を実線で示すように、液圧シリンダ31の後部シリンダ室の圧力PS1を一点鎖線で示すように制御する。

【0078】図17は液圧シリンダ駆動制御装置への応用例を示すシステム構成図であり、図11と図12あるいは図13と図12に示した第6、第7の実施形態の回転液圧装置制御システムを用いている。そのため、図17において、図11乃至図13及び図15と対応する部分には同一の符号を付し、それらの説明は省略する。このシステムにおいて、図15によって説明した射出成形機への応用例と異なるのは、可変容量型回転液圧装置である油圧モータ1の出力軸1aに慣性物体45を備えている点と、液圧シリンダ31から先は汎用である点だけである。

【0079】そして、制御ユニット40は、図11と図12又は図13と図12に示した回転液圧装置制御システムにおける電気回路部分を全て収納したものであり、軸速度指令 S_{vi} 、正圧力指令 S_{pi1} 、負圧力指令 S_{pi2} と、圧力センサ16A、16B、軸センサ2、および容量センサ4の各検出信号を入力して、制御弁7を制御する信号を出力する。この場合圧力（トルク）制御を行なう。

【0080】これらの応用例において、可変容量型回転液圧装置1のトルクとして、液圧ポンプ30の吸入・吐出圧力（ $PS1$ 、 $PS2$ ）の検出量を用いているが、可変容量回転液圧装置（液圧モータ）1の出力軸1aに実トルクの検出装置（トルクセンサ）を取付てそれを検出することも可能である。

【0081】前述の非比例関数は、折れ線で構成しても曲線で構成してもよく、その構成手段として、該関数の処理を電気的に行なう（前述の増幅器）ものに限らず、機械的に行なってもよい。機械的に行なうものの一例としては、液圧モータの斜板の傾転角をリンクに結合し、該リンクの変位量を検出することによって容量検出量が非比例関数となるように構成することができる。これら信号の処理は、一般にデジタル回路で構成し、マイコンによりソフトウェアを用いて行なうことができるが、そのうちの一部または全部をアナログ回路で構成してもよい。

【0082】

【発明の効果】以上説明してきたように、この発明による回転液圧装置制御システムは、安定性がよく、しかも定常偏差や応答遅れが殆ど生じない速度制御を行なうことができる。また、簡単な構成で速度制御とトルク（圧力）制御を自動的に切り替えて制御でき、切り替えによるサージ圧力発生の問題もなく、且つ双方の制御において高い精度を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明による回転液圧装置制御システムの第1の実施形態を示すブロック構成図である。

【図2】図1における非比例関数増幅器15の非比例関数の一例を示す線図である。

【図3】図2の非比例関数を用いた場合の図1に示した

回転液圧装置制御システムによって得られる特性を示す線図である。

【図4】この発明による回転液圧装置制御システムの第2の実施形態を示すブロック構成図である。

【図5】この発明による回転液圧装置制御システムの第3の実施形態を示すブロック構成図である。

【図6】この発明による回転液圧装置制御システムの第4の実施形態を示すブロック構成図である。

【図7】図5又は図6に示した回転液圧装置制御システムによって得られる特性を示す線図である。

【図8】この発明による回転液圧装置制御システムの第5の実施形態を示すブロック構成図である。

【図9】図8における非比例関数増幅器25の非比例関数の一例を示す線図である。

【図10】図9の非比例関数を用いた場合の図8に示した回転液圧装置制御システムによって得られる特性を示す線図である。

【図11】この発明による回転液圧装置制御システムの第6の実施形態を示すブロック構成図左半部である。

【図12】同じくそのブロック構成図の右半部である。

【図13】この発明による回転液圧装置制御システムの第7の実施形態を示すブロック構成図左半部である。

【図14】図11乃至図13に示した回転液圧装置制御システムによって得られる特性を示す線図である。

【図15】この発明による回転液圧装置制御システムを応用した射出成形機の駆動制御システムの例を示すシステム構成図である。

【図16】図15に示した射出成形機の駆動制御システムによる射出行程及び保圧行程における制御例を示す線図である。

【図17】この発明による回転液圧装置制御システムを応用した液圧シリンダ駆動制御システムの例を示すシステム構成図である。

【図18】従来の回転液圧装置制御システム（セカンダリコントロール・システム）の一例を示すブロック構成図である。

【図19】同じくそれを伝達関数で示す速度制御のブロック図である。

【図20】従来の回転液圧装置制御システムの異なる制御状態における図18と同様なブロック構成図である。

【図21】同じくそれを伝達関数で示す速度制御のブロック図である。

【図22】速度制御時におけるトルクの変動による速度偏差を説明するための線図である。

【図23】射出成形機における射出行程での速度制御と保圧行程での圧力（トルク）制御の切り替えを含む動特性の例を示す線図である。

【図24】同じくその静特性を示す線図である。

【符号の説明】

1：可変容量型回転液圧装置

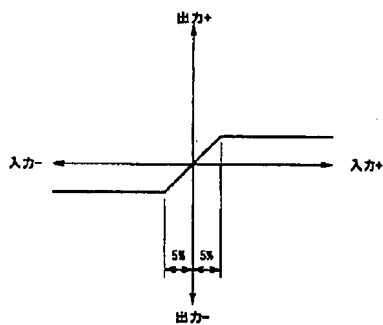
19

2: 軸センサ (回転速度センサ)
 3: 速度制御補償演算回路
 4: 容量センサ 5: 容量制御補償演算回路
 6: 制御弁ドライバ 7: 制御弁
 8, 9, 13, 17, 20, 22, 27, 28: 差演算回路
 10: 液圧源 (定圧力源) 11: 負荷装置慣性
 12: 負荷装置トルク特性
 15, 25: 非比例関数増幅器
 16, 16A, 16B: 圧力センサ

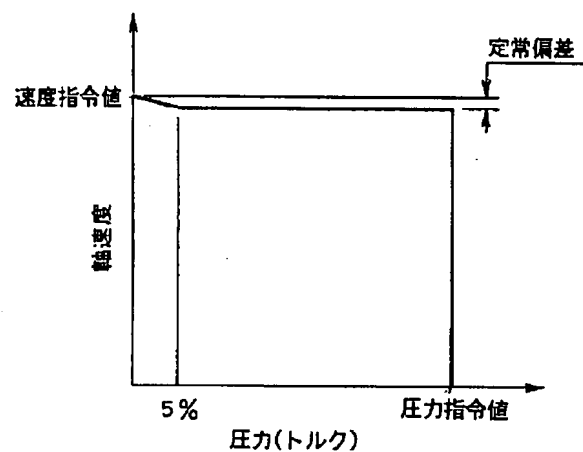
20

18, 21: 圧力制御補償演算回路
 19: 最小信号出力回路 23: 最大信号出力回路
 24: 容量圧縮 26, 29: 加算回路
 30: 液圧ポンプ 31: 液圧シリンダ
 32: 加熱シリンダ 33: 樹脂粉末
 33': 溶融した樹脂 34: 金型
 35: キャビティ 36: 液圧モータ
 40: 制御ユニット 41, 42: アクチュエータ
 45: 慣性物体
 10 S1~S22: 第一の信号~第二十二の信号

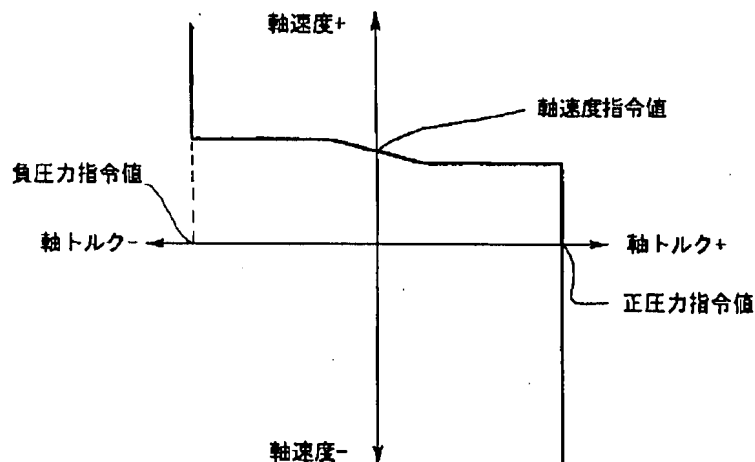
【図2】



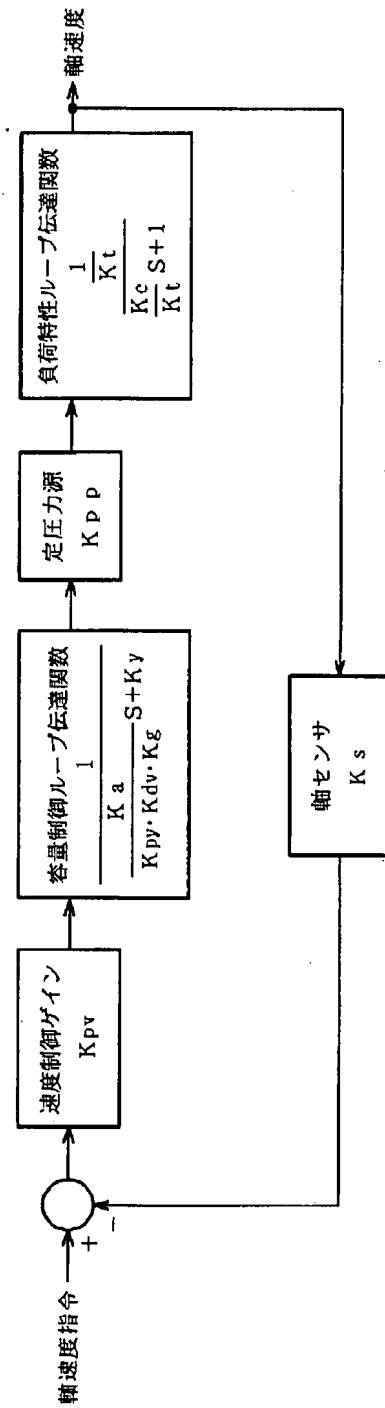
【図3】



【図7】

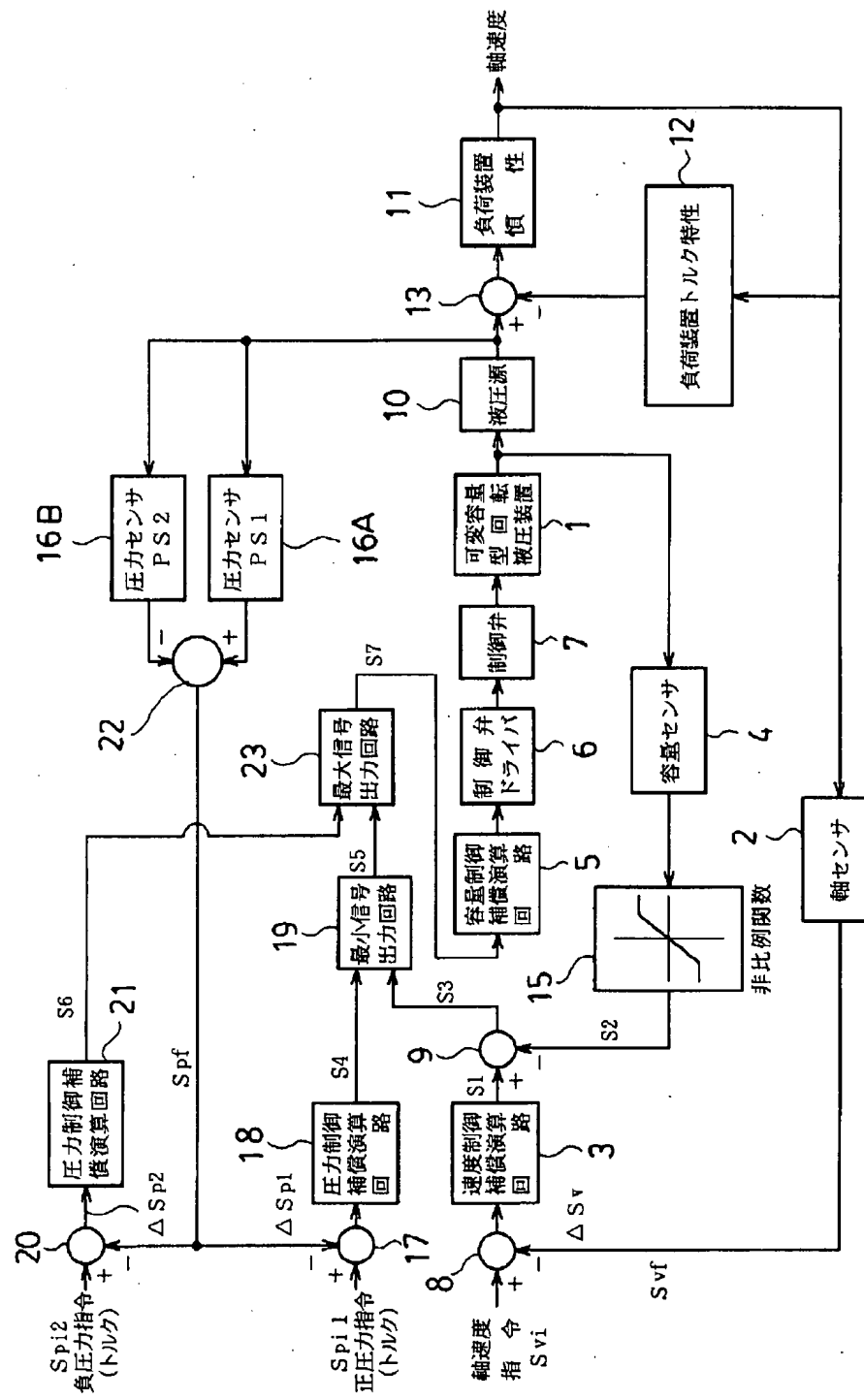


【図21】

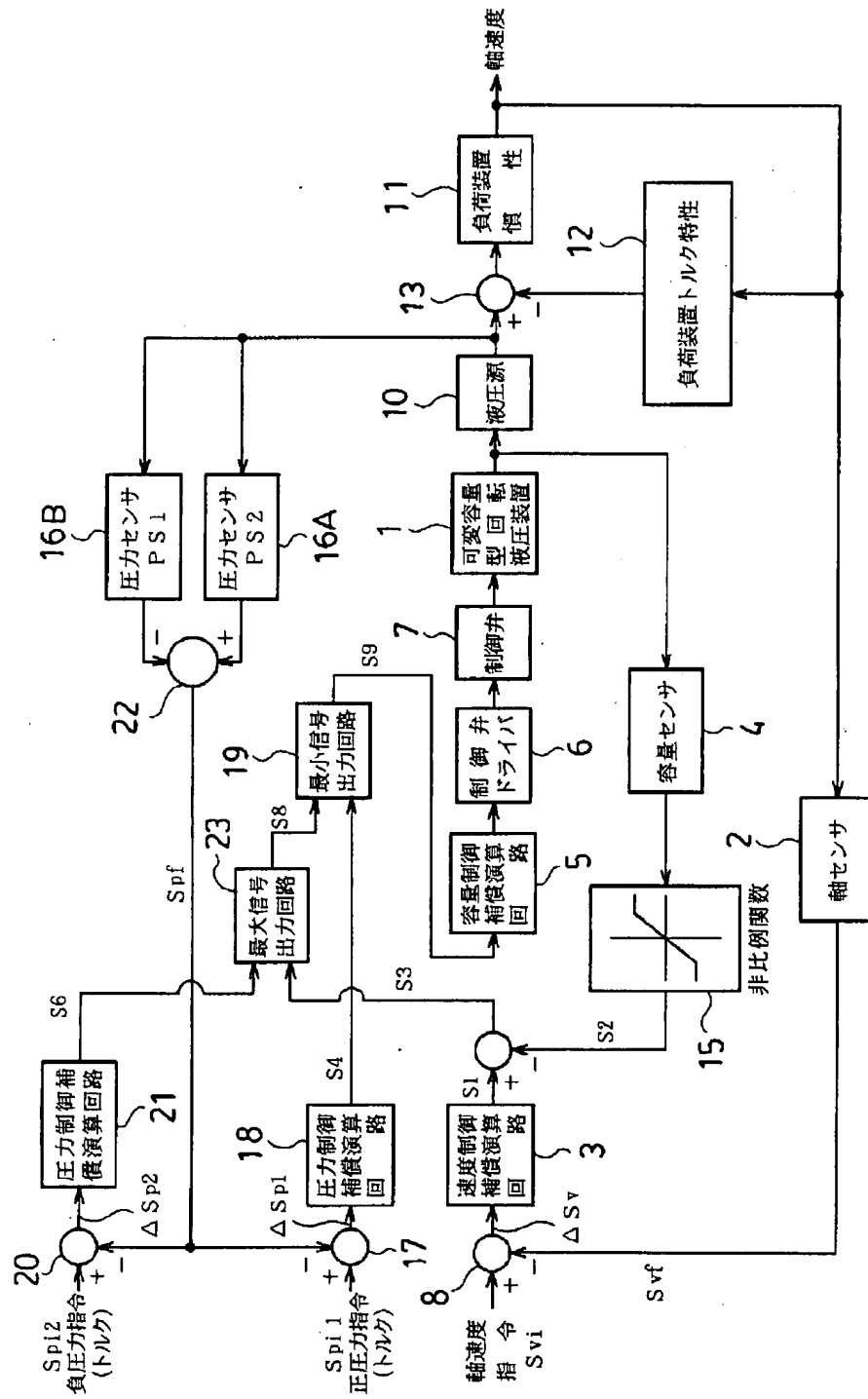


[illegible]

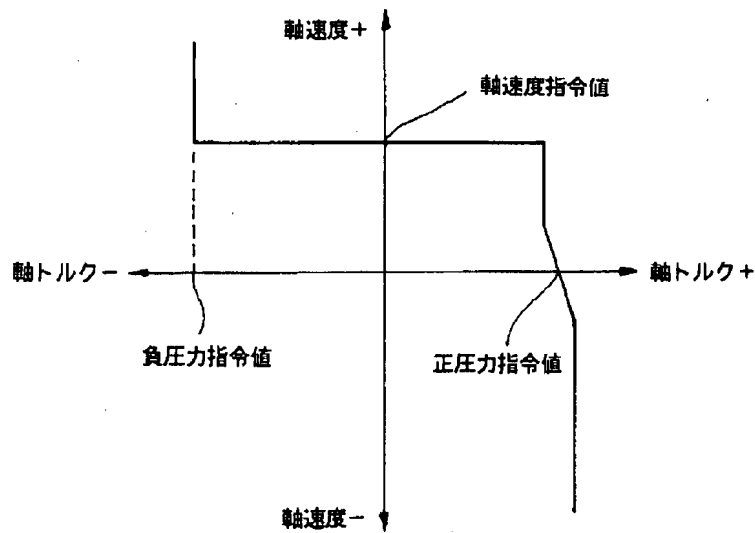
【図5】



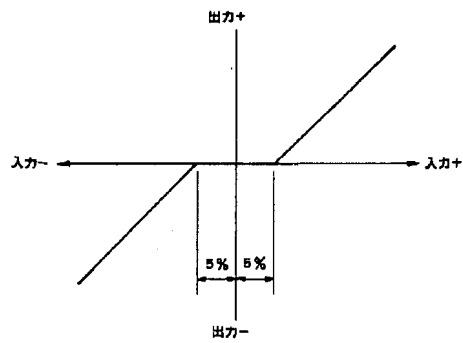
【図6】



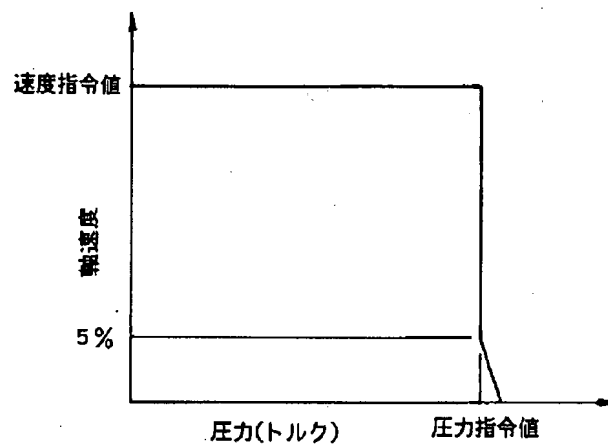
【図14】



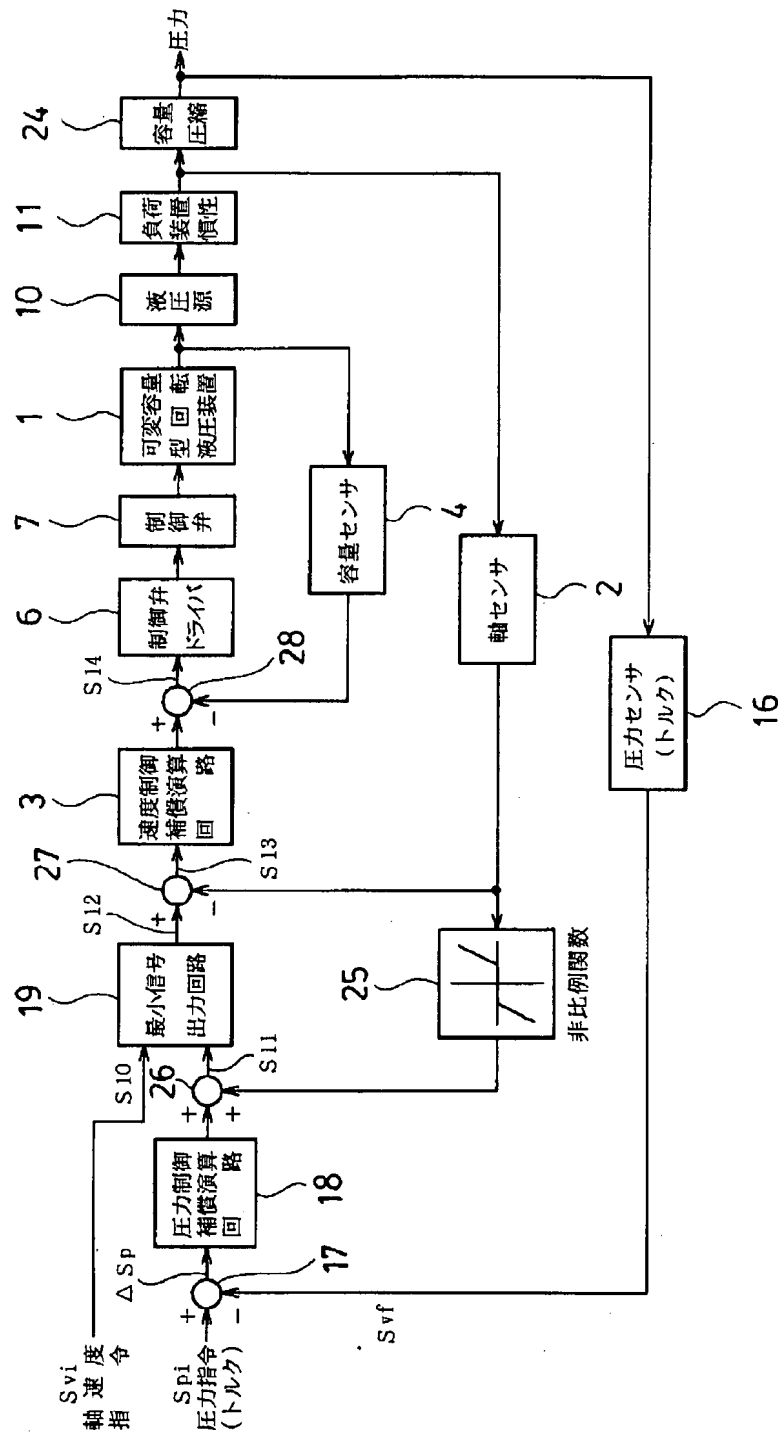
【図9】



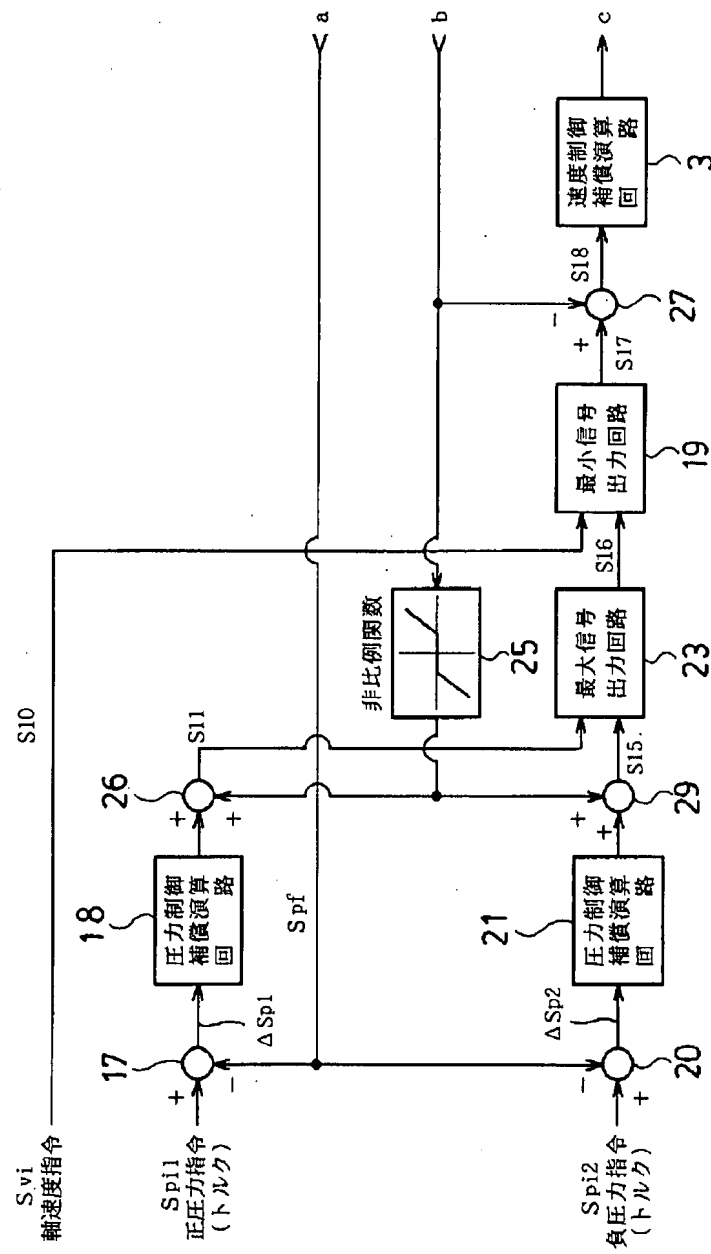
【図10】



【図8】

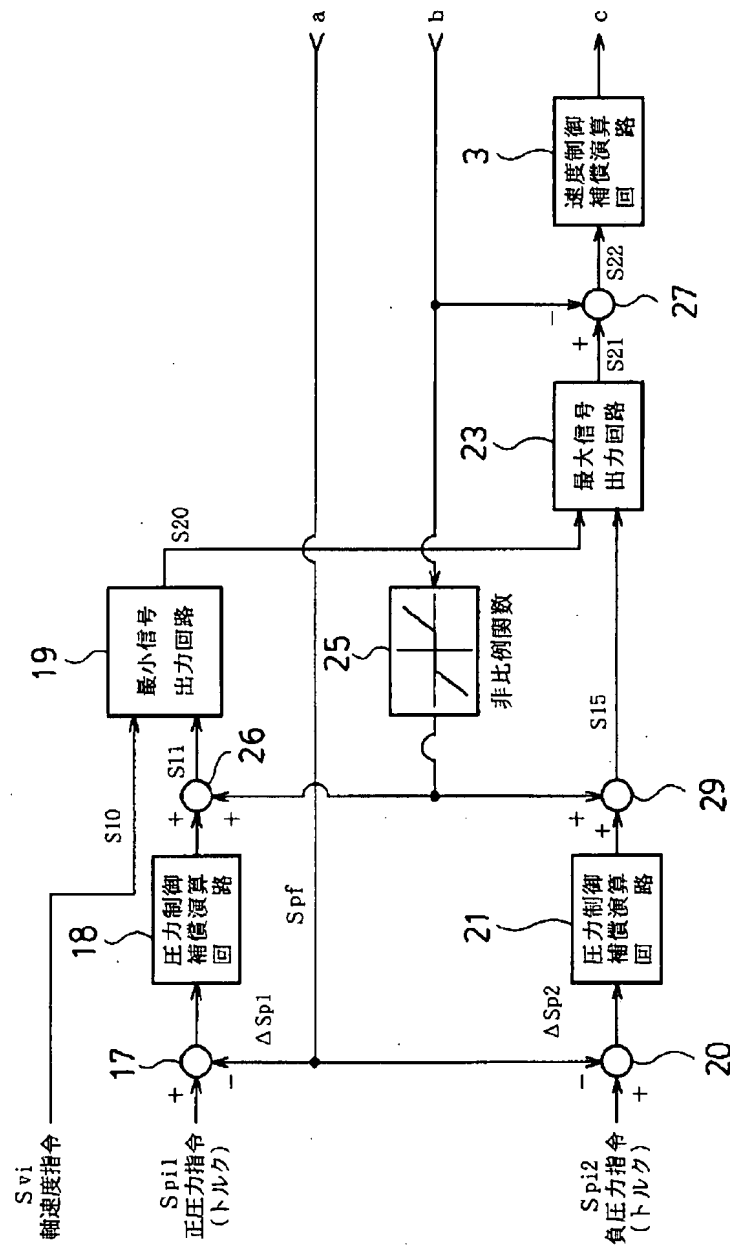


【図11】

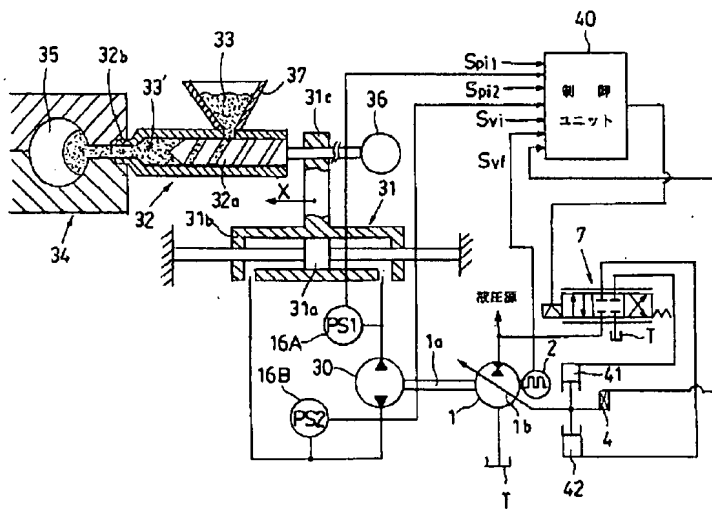


[illegible]

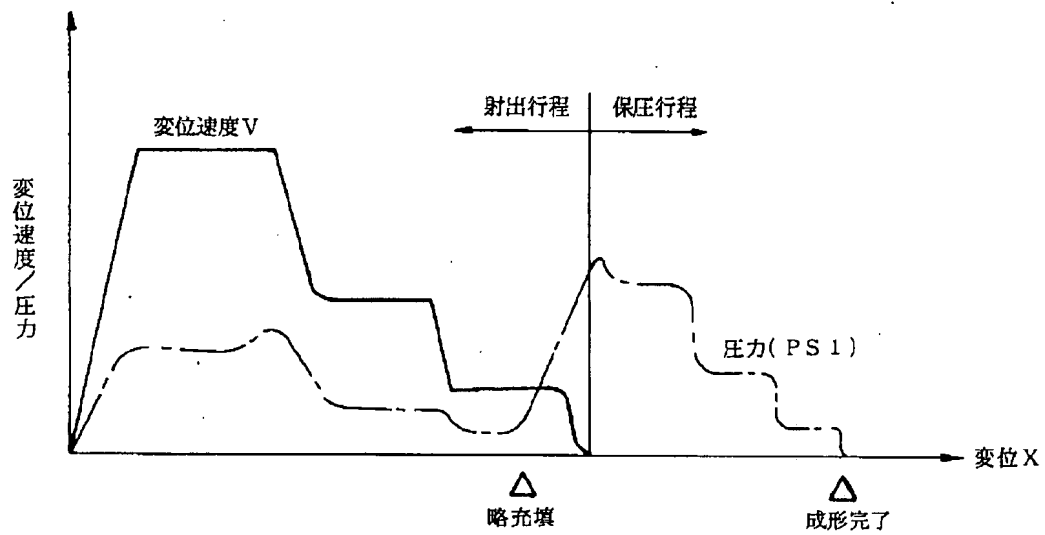
【図13】



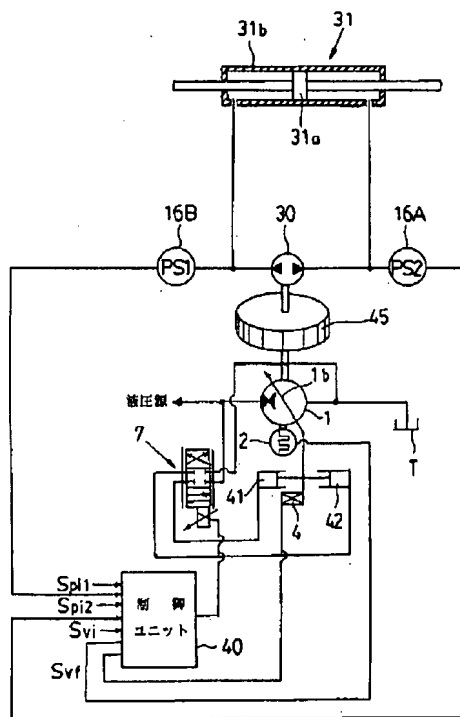
【図15】



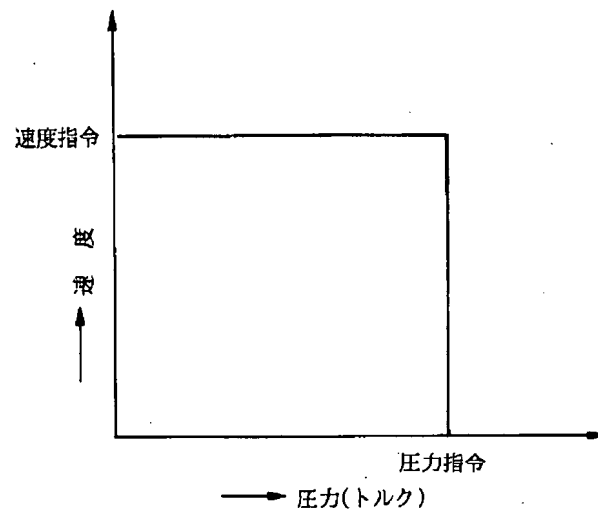
【図16】



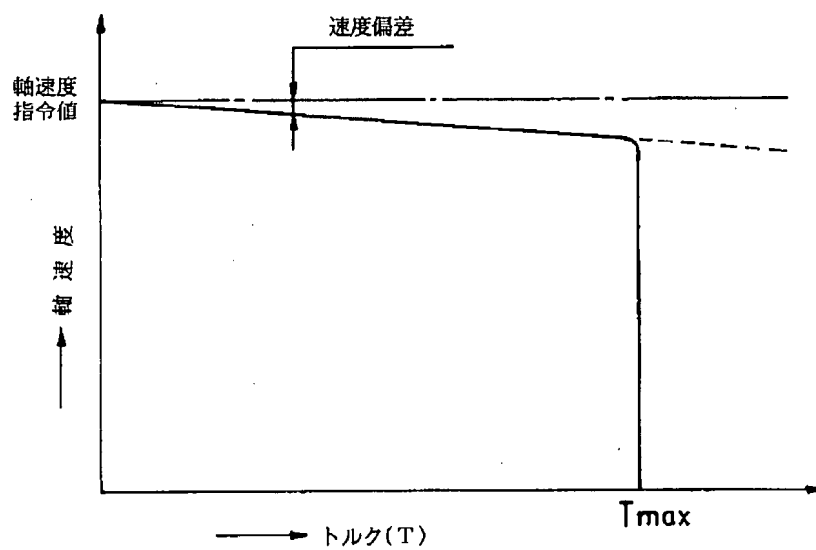
【図17】



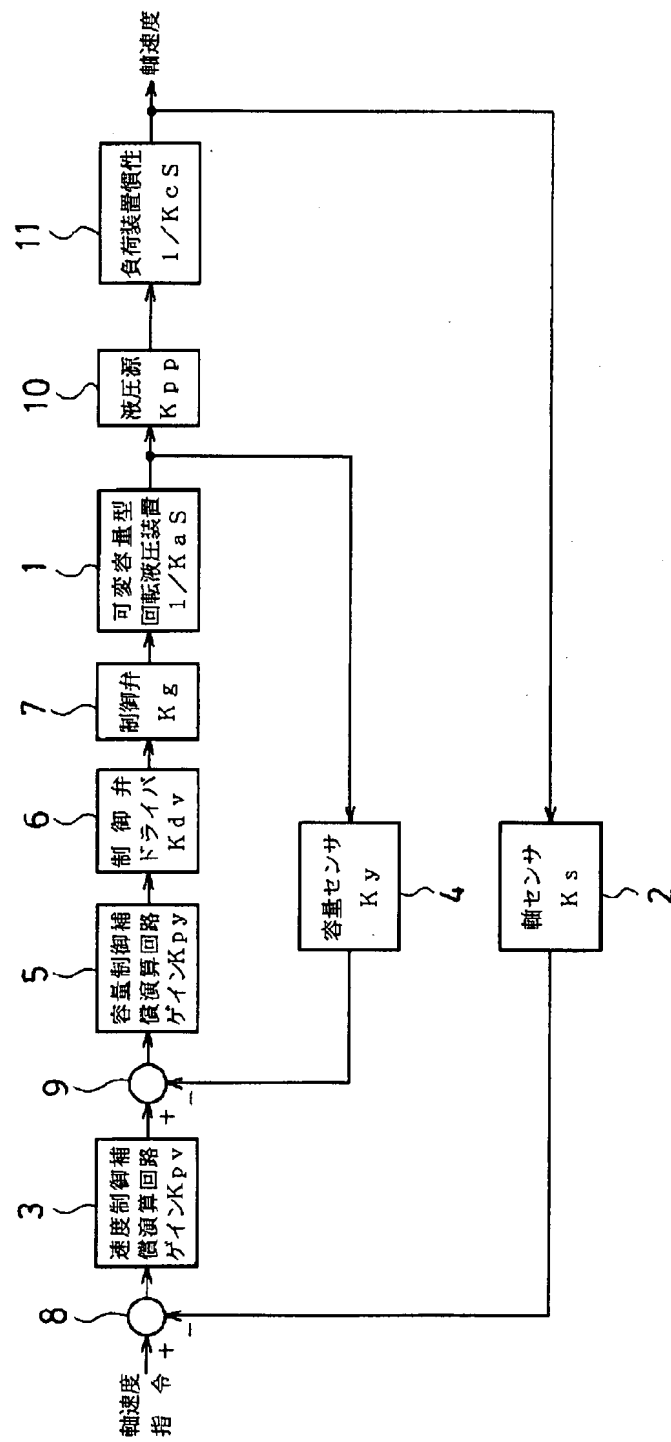
【図24】



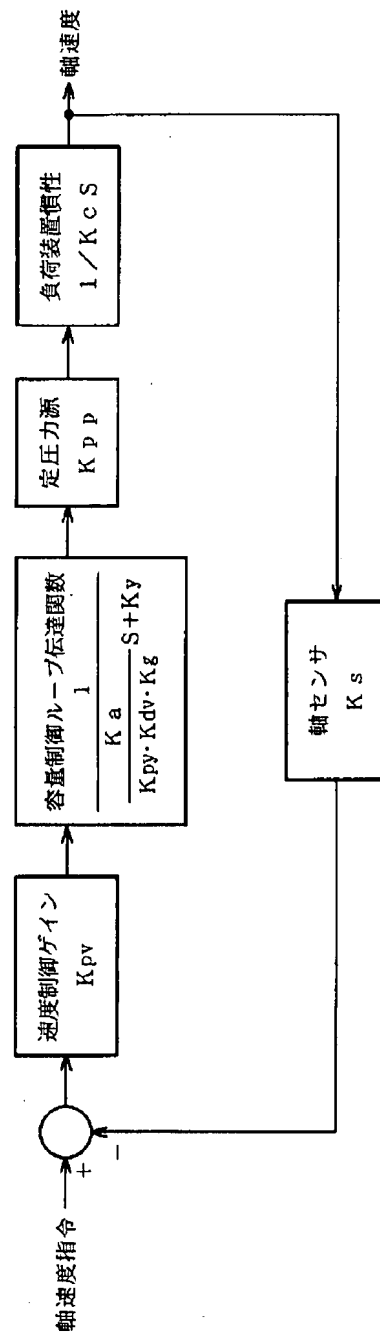
【図22】



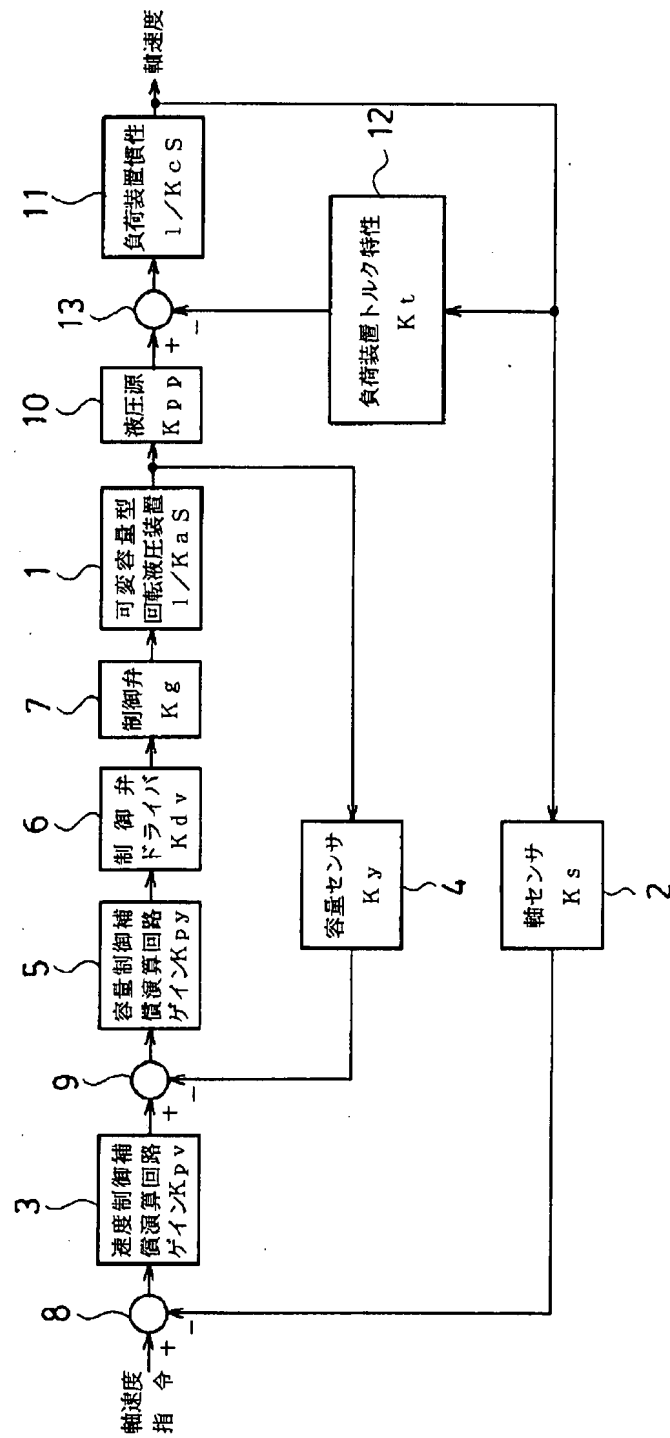
【図18】



【図19】



【図20】



【図23】

